

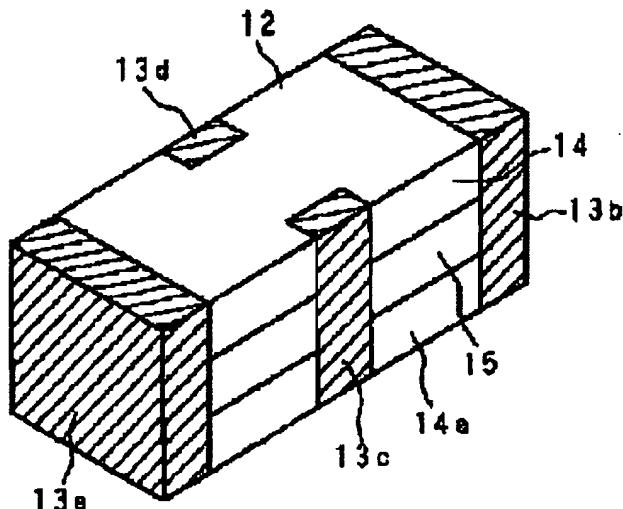
NOISE FILTER AND ITS MANUFACTURE

Patent number: JP2000021640
Publication date: 2000-01-21
Inventor: KANDA OSAMU
Applicant: SUMITOMO METAL IND
Classification:
- International: H01F27/00; H01G4/40; H03H7/075; H01F27/00;
H01G4/40; H03H7/075; (IPC1-7): H01F27/00;
H01G4/40; H03H7/075
- european:
Application number: JP19980182442 19980629
Priority number(s): JP19980182442 19980629

Report a data error here

Abstract of JP2000021640

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laminated LC composite noise filter which has a steep frequency response on insertion loss, wide noise attenuation bandwidth and hardly has sheet peel-off, cracks, or component-phase diffusion. **SOLUTION:** An inductor layer 14 as a magnetic material layer, which is equivalent in heat shrinkage rate and low in crack generation and depositions of components outside a crystal system and a capacitor layer 15 as a dielectric layer, which tends to have cracks and depositions of components outside the crystal system by a dummy layer 14a are laminated, while being sandwiched from above and below. Two capacitor components of the capacitor layer are constituted by connecting in parallel three capacitor elements C_x , C_y , and C_z which differ in capacitance.



Data supplied from the [esp@cenet](http://esp.cenet.org) database - Worldwide

(51)Int.Cl.⁷

H 01 F 27/00

H 01 G 4/40

H 03 H 7/075

識別記号

F I

テマコード(参考)

H 01 F 15/00

D 5 E 0 7 0

H 03 H 7/075

A 5 E 0 8 2

H 01 G 4/40

3 2 1 A 5 J 0 2 4

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平10-182442

(22)出願日 平成10年6月29日 (1998.6.29)

(71)出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72)発明者 神田 修

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(74)代理人 100078868

弁理士 河野 登夫

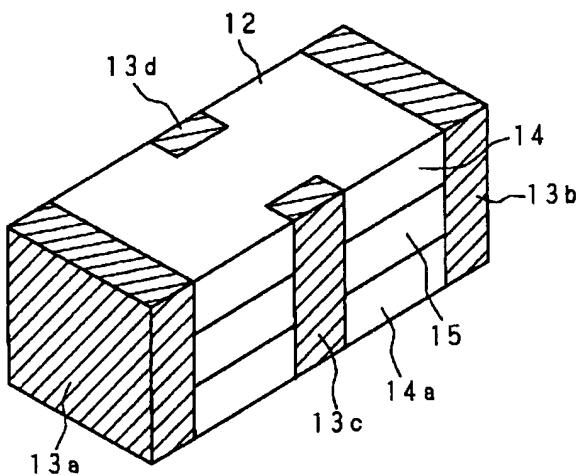
最終頁に続く

(54)【発明の名称】ノイズフィルタ及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】挿入損失の周波数応答が急峻であり、ノイズ減衰帯域幅が広く、またシート剥離、クラック、成分相互拡散が発生しにくい積層LC複合型ノイズフィルタ及びその製造方法を提供する。

【解決手段】熱収縮率が等価であり、クラックの発生及び成分の結晶系外への析出が少ない磁性体層であるインダクタ層14と、ダミー層14aとによって、クラックの発生及び成分の結晶系外への析出が起こりやすい誘電体層であるコンデンサ層15を上下から挟むような形態で積層し、また、コンデンサ層における2つのコンデンサ成分を容量の異なる3つのコンデンサ素子Cx、Cy、Czの並列接続によって構成することにより、π型ノイズフィルタを構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1つのインダクタ成分を備えるインダクタ層と、2つのコンデンサ成分を備えるコンデンサ層と、入出力端子及びグランド端子とを備え、前記1つのインダクタ成分と、前記2つのコンデンサ成分と、前記入出力端子及びグランド端子とがπ型構造となるように電気的に接続されている積層3端子型のノイズフィルタにおいて、前記2つのコンデンサ成分それぞれが異なる容量値の複数のコンデンサ素子の並列接続によって構成されていることを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項2】 2つのコンデンサ成分は共に異なる容量値C_x、C_y、及びC_zの3つのコンデンサ素子の並列接続によって構成されており、

3. 0≤C_x/C_y≤3.5及び、

11. 0≤C_x/C_z≤13.0

を満たしていることを特徴とする請求項1記載のノイズフィルタ。

【請求項3】 コンデンサ層が磁性体層であるインダクタ層及びダミー層によって挟着されていることを特徴とする請求項1または請求項2のいずれかに記載のノイズフィルタ。

【請求項4】 インダクタ層及びダミー層が等しい層数を有し、互いに反りを相殺する向きに積層されていることを特徴とする請求項3記載のノイズフィルタ。

【請求項5】 磁性体グリーンシート及び誘電体グリーンシートそれぞれに、インダクタ要素及びコンデンサ要素の導電体による電極パターンを形成し、該電極パターンを形成したグリーンシートの所定の位置にスルーホールを設けて導電体を充填し、磁性体グリーンシートの層と誘電体グリーンシートの層とを圧着積層するノイズフィルタの製造方法において、誘電体グリーンシートの層を層数が等しい2つの磁性体グリーンシートの層によって上下から挟む形態で圧着積層することを特徴とするノイズフィルタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はノイズフィルタ及びその製造方法に関し、特に、電子機器を高周波域でのノイズから保護するに足るノイズ減衰帯域幅を備え、また周波数に対し急峻な応答性を備える積層LC複合型ノイズフィルタ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】携帯電話、ノート型パソコンコンピュータ等に代表されるモバイル型通信端末機器及び小型OA機器の電子部品の処理の高速化、これらが扱う電気信号の高周波化に伴って、機器の内外で発生する電磁波ノイズが問題とされている。電磁波ノイズが発生した場合には、装置、機器類が正常に動作しなくなるばかりでなく、電磁波ノイズが大電流、または高電圧に及ぶ場合は破壊に至るときもある。

【0003】電磁波ノイズの抑制策としては、ノイズ発生源を金属ケース等でシールドする方法、又は逆にノイズを受けやすい装置、機器類をシールドする方法等が採用されている。しかし、一般にノイズ発生源を個別に特定することは現在の評価技術では困難であり、近年さらに増加が予想されるノイズ発生頻度とノイズ周波数帯域の拡大を考慮すればシールドによる保護策はその効果に限度がある。

【0004】そこで電磁波ノイズ対策として注目されているものにノイズフィルタ、またはEMI (Electro-Magnetic Interference) フィルタと称されるノイズ対策用電子部品がある。これらはノイズ発生源側、またはノイズを受けやすい装置及び機器側に実装され、発生したノイズを熱的エネルギーに変換し、またはグランド端子を介してノイズ発生源側に環流することにより被ノイズ保護機器側への侵入を阻止し、または低減させる機能を持っている。

【0005】最も簡便なノイズフィルタとしては、ノイズを受けやすい装置及び機器に対し直列実装されるインダクタ成分と、並列実装されるコンデンサ成分とが知られている。これらはいずれも2端子構造を有しており、高周波帯域でのノイズ減衰性が十分でなく、ノイズフィルタとしての機能に限度がある。これらに対し、入出力端子以外にグランド端子を備え、ノイズをグランド端子を介して発生源側に環流する3端子型構造のノイズフィルタがある。

【0006】従来の汎用3端子ノイズフィルタとしては、3端子型コンデンサがあるが、素子等価回路を構成する回路定数がコンデンサ成分(C成分)のみであるため、ノイズ周波数に対する急峻な応答性に欠け、前記した高周波帯域での使用にはやはり限度があった。高周波帯域で機器を保護するに十分なノイズ減衰性を示し、しかも急峻な周波数応答性をもつノイズフィルタとして、3端子型の複合回路部品がある。この構成は、通常コンデンサ成分とインダクタ成分(L成分)との組合せにより素子等価回路が構成される。

【0007】このようなLC複合化を行なうことにより共振周波数域における減衰曲線が急峻になり、ノイズフィルタとしての有効性が増し、また任意にL/C回路定数を組み合わせることで、共振周波数域の制御が可能となるため、周波数仕様を自由に選択できる等の利点もある。

【0008】一方、ノイズフィルタとしての3端子型の複合回路部品も他の電子部品と同様に小型平面実装対応が要求されており、汎用品の多くは既にチップ化が進んでいる。具体的にはインダクタ1成分とコンデンサ1成分とを組み合わせたL型ノイズフィルタ、インダクタ1成分とコンデンサ2成分とを組み合わせたπ型ノイズフィルタ、インダクタ2成分とコンデンサ1成分とを組み合わせたT型ノイズフィルタ等がある。

【0009】図6は特開平5-335148号公報開示のπ型のノイズフィルタの厚み方向の寸法比率を拡大した斜視図である。図において12は四角板状の積層体である。積層LC複合型ノイズフィルタは、該積層体12の長手方向の両端部を覆うように外部電極13a, 13bが設けられ、両側面の長手方向中央の全高さに亘り、上面及び底面の両側縁の中央に至る領域に外部電極13c, 13dが設けられた構造となっている。積層体12は磁性体セラミックスによるインダクタ層14と、該インダクタ層14に積層された誘電体セラミックスによるコンデンサ層15とが一体化された構造となっている。

【0010】図7はこのノイズフィルタの縦断面図、図8はこのノイズフィルタに用いられるグリーンシート及びその上に形成される電極形状を説明するための分解斜視図である。前記インダクタ層14は磁性体セラミックスによる磁性体グリーンシート17a～17hが積層されて構成されている。またインダクタ層14内には導体16によって積層コイルが構成されている。該積層コイルは磁性体グリーンシート17c～17f上それぞれにコイル導体19a～19dが導電ペーストを印刷することで形成され、スルーホールによって隣り合った層上のコイル導体同士が電気的に接続されることによって2ターンのコイルとして実現されている。また、該積層コイルの両端はそれぞれ外部電極13a, 13bと電気的に接続されている。

【0011】一方、前記コンデンサ層15は誘電体セラミックスによる誘電体グリーンシート18a～18dが積層されて構成されている。またコンデンサ層15内には内部電極21, 22が厚み方向において誘電体セラミックス層を介し、隔てて配置されている。該内部電極21, 22は誘電体グリーンシート18b, 18c上それぞれに導電ペーストを印刷することで、誘電体グリーンシート18b, 18cの両側縁に至るよう形成されている。このため内部電極21, 22は積層体12の側面の中央領域に露出されており、前記外部電極13c, 13dに電気的に接続されている。

【0012】図9はπ型のLC複合型ノイズフィルタの等価回路図である。コンデンサ層15では、前記内部電極21, 22の端縁と外部電極13a, 13bとの間でコンデンサ素子が構成されており、この積層LC複合型ノイズフィルタではπ型の回路が構成されている。

【0013】図10は従来のノイズフィルタの挿入損失周波数特性を示す片対数グラフである。グラフの縦軸は挿入損失(dB)を示し、横軸(対数軸)は周波数(MHz)を示している。図において、A0はこのノイズフィルタのノイズ減衰曲線である。挿入損失は、挿入損失が-3dBであるカットオフ周波数fcを通過後、周波数增加に伴って増加し続け、LC複合回路成分による共振周波数frをピークに減少に転じ、最終的に0dBに

至る。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】上述の如き従来のノイズフィルタでは、共振周波数が一つしかなく、ノイズ減衰帯域幅が広い特性を得ることが難しかった。このため、ノイズ減衰帯域幅を広くすることが課題となっていた。

【0015】また、低温焼結を行なうためには、通常、積層母材にガラスフリットを多く含ませるように組成制御を行なうことが多い。しかし、このことは焼結に伴う反り、クラックを発生させやすいという危険性を有している。反りは積層界面におけるシート剥離を引き起こし、またクラックの発生は素子の機械的強度及び耐候性を著しく損なうこととなる。また、焼結途上においてガラスフリットが大気中の酸素を取り込み、液相酸化物となって結晶系外に析出することによって、異種材間の成分相互拡散を発生させやすいという危険性も有している。特に、誘電体の方が磁性体よりもガラスフリットを多く含ませることが多く、このような傾向を示しやすい。

【0016】この様な理由によって、従来の磁性体及び誘電体による2層構造のノイズフィルタでは、反り、クラックの影響を受けやすく、また磁性体、誘電体ともに大気に触れている面積が大きく、異種材間の成分相互拡散を発生させやすい問題があった。

【0017】本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、コンデンサ層の2つのコンデンサ成分それぞれを異なる容量の複数のコンデンサ素子の並列接続によって構成することによって、ノイズ減衰周波数帯域が広いノイズフィルタを提供することを目的とする。

【0018】また、本発明の他の目的は、コンデンサ層をインダクタ層及びダミー層によって上下から挟む形態で積層することによって、シート剥離、クラック、及び異種材間の成分相互拡散が発生しにくいノイズフィルタ及びその製造方法を提供することである。

【0019】

【課題を解決するための手段】第1発明に係るノイズフィルタは、1つのインダクタ成分を備えるインダクタ層と、2つのコンデンサ成分を備えるコンデンサ層と、入出力端子及びグランド端子とを備え、前記1つのインダクタ成分と、前記2つのコンデンサ成分と、前記入出力端子及びグランド端子とがπ型構造となるように電気的に接続されている積層3端子型のノイズフィルタにおいて、前記2つのコンデンサ成分それぞれが異なる容量値の複数のコンデンサ素子の並列接続によって構成されていることを特徴とする。

【0020】複数のコンデンサ素子の並列接続によって、コンデンサ成分が構成されている場合、インダクタ要素、及びコンデンサ要素を構成する導体が理想導体でない限りは、導体に高周波帯における表皮抵抗が存在し、更には浮遊インダクタンスLs、及び浮遊容量Cs

が発生するため、複数のコンデンサ素子が合成されたコンデンサ成分による共振周波数だけでなく、複数のコンデンサ素子それによる共振周波数も存在している。このため、このようなノイズフィルタのノイズ減衰曲線は、それぞれのコンデンサ素子及びコンデンサ成分によるノイズ減衰曲線全てが合成された状態となっている。

【0021】第1発明に係るノイズフィルタによれば、2つのコンデンサ成分それが異なる容量値の複数のコンデンサ素子の並列接続によって構成されているため、そのノイズ減衰曲線は共振周波数が異なる複数のノイズ減衰曲線が合成された状態となっており、従来のπ型素子に比べノイズ減衰帯域幅を広くすることが可能となる。

【0022】第2発明に係るノイズフィルタは、2つのコンデンサ成分は共に異なる容量値C_x、C_y、及びC_zの3つのコンデンサ素子の並列接続によって構成されており、3.0≤C_x/C_y≤3.5及び、11.0≤C_x/C_z≤13.0を満たしていることを特徴とする。

【0023】異なる共振周波数のそれぞれの減衰曲線は、それぞれの共振周波数でピークを持つ略V字型の曲線である。このため、それぞれの共振周波数が離れている場合、隣り合う共振周波数の減衰曲線のお互いの交点におけるノイズ減衰量が小さくなる。容量値C_x、C_y及びC_zを前述の範囲以外とした場合は、それぞれの共振周波数が離れるため、C_x、C_y及びC_zそれぞれによる減衰曲線と他の減衰曲線との交点におけるノイズ減衰量が小さく、良好なノイズ減衰効果が得られる-20dB以下を維持できなかった。

【0024】第2発明に係るノイズフィルタによれば、個々の共振周波数が適度に近接するため、隣り合う減衰曲線同士の交点におけるノイズ減衰量が-20dB以下を保ち、常に比較的大きなノイズ減衰量を得ることが可能となる。

【0025】第3発明に係るノイズフィルタは、コンデンサ層が磁性体層であるインダクタ層及びダミー層によって挿着されていることを特徴とする。

【0026】第3発明に係るノイズフィルタによれば、通常、ガラスフリットを多く含んだ材質によって作製される誘電体層が、ガラスフリットを多く含んでいない材質によって作製される2つの磁性体層によって上下から挿まれた状態で積層されており、誘電体層と大気との接触面積を従来に比べ大幅に減少することができるため、誘電体層から磁性体層、または導体への成分拡散を未然に防ぐことが可能となり、また、クラックが発生した場合に、クラック発生面を被覆するため、従来に比べ素子の機械的強度の補償、及び耐候性の補償を実現することができる。

【0027】第4発明に係るノイズフィルタは、インダクタ層及びダミー層が等しい層数を有し、互いに反りを

相殺する向きに積層されていることを特徴とする。

【0028】第4発明に係るノイズフィルタによれば、2つの磁性体層は等しい層数とすることによって、これらの熱収縮率は等価となっている。ドクターブレード法によって作製したセラミックスシートは、通常、シート成形媒体であるキャリアテープ（PET製）の接触面を基準に凸または凹のいずれかに反る特性を有する。したがって、2つの磁性体層が互いに反りを相殺することにより、素子の反りを抑制することが可能となる。

【0029】第5発明に係るノイズフィルタの製造方法は、磁性体グリーンシート及び誘電体グリーンシートそれぞれに、インダクタ要素及びコンデンサ要素の導電体による電極パターンを形成し、該電極パターンを形成したグリーンシートの所定の位置にスルーホールを設けて導電体を充填し、磁性体グリーンシートの層と誘電体グリーンシートの層とを圧着積層するノイズフィルタの製造方法において、誘電体グリーンシートの層を層数が等しい2つの磁性体グリーンシートの層によって上下から挿む形態で圧着積層することを特徴とする。

【0030】第5発明に係る積層LC複合型ノイズフィルタの製造方法によれば、通常、ガラスフリットを多く含む誘電体グリーンシートの層を、ガラスフリットを多く含んでおらず、また熱収縮率が等しい2つの磁性体グリーンシートの層によって上下から挿む形態で圧着積層するため、シート剥離、クラック、及び異種材間の成分相互拡散が発生しにくい積層LC複合型ノイズフィルタを製造することが可能となる。

【0031】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係る積層LC複合型ノイズフィルタの実施の形態の要部の構成を示す、厚み方向の寸法比率を拡大した斜視図である。図において12は四角板状の積層体である。積層LC複合型ノイズフィルタは、該積層体12の長手方向の両端部を覆うように外部電極13a、13bが設けられ、両側面の長手方向中央の全高さに亘り、上面及び底面の両側縁の中央に至る領域に外部電極13c、13dが設けられた構造となっている。積層体12は磁性体ソフトフェライトよりなるインダクタ層14と、誘電体セラミックスよりなるコンデンサ層15と、磁性体ソフトフェライトよりなるダミー層14aとが、この順で一体化された構造となっている。

【0032】図2はこの積層LC複合型ノイズフィルタの縦断面図、図3はこの積層LC複合型ノイズフィルタに用いられるグリーンシート及びその上に形成される電極形状を説明するための分解斜視図である。前記インダクタ層14は磁性体ソフトフェライトを用いてなる磁性体グリーンシート17a～17gが積層されて構成されている。またインダクタ層14内には導体16によって積層コイルしが構成されている。該積層コイルしが磁性

体グリーンシート17b～17f上それぞれにコイル導体19a～19eが導電ペーストを印刷することで形成され、スルーホール20a～20dによって隣り合った層上のコイル導体同士が電気的に接続されることによって3ターンのコイルとして実現されている。また、該積層コイルLの両端はそれぞれ外部電極13a, 13bと電気的に接続されている。

【0033】一方、前記コンデンサ層15は誘電体セラミックスによる誘電体グリーンシート18a～18g及び磁性体グリーンシート17h, 17iが積層されて構成されている。またコンデンサ層15内には内部電極21a, 21b, 21cと、内部電極21d, 21e, 21fと、内部電極21g, 21h, 21iとによって3つのコンデンサ部が構成されている。内部電極21a, 21b, 21cによるコンデンサ部と、内部電極21d, 21e, 21fによるコンデンサ部とは1枚の無地の磁性体グリーンシート17hを挟み、隔てることによって区切られており、同様にして内部電極21d, 21e, 21fによるコンデンサ部と、内部電極21g, 21h, 21iによるコンデンサ部とが磁性体グリーンシート17iによって区切られている。

【0034】各コンデンサ部はいずれも2つのコンデンサ素子から構成されている。内部電極21a, 21b, 21cによるコンデンサ部では、誘電体グリーンシート18a上に平面視略ト字型の内部電極21aが設けられている。該内部電極21aは外部電極13a側の端縁に全幅に亘って接していることにより、外部電極13aと電気的に接続している。また外部電極13b側の端縁及び両側縁とは一定の幅の平面視コ字型の空間を隔てているため、外部電極13b, 13c, 13dとは接続されていない。内部電極21bは誘電体グリーンシート18b上に平面視略十字型で設けられており、誘電体グリーンシート18bの両側縁に接していることにより、外部電極13c, 13dと電気的に接続している。また、両端縁にはそれぞれ幅が一定の平面視コ字型と平面視逆コ字型の空間が設けられているため、外部電極13a, 13bとは接続されていない。そして、内部電極21cは誘電体グリーンシート18c上に、内部電極21aの反対の形状で設けられており、外部電極13bと電気的に接続している。この順で誘電体グリーンシート18a～18cが積層されることにより、内部電極21a, 21b及び内部電極21b, 21cによってそれぞれ2つのコンデンサ素子が構成され、内部電極21a, 21bの対向面積と内部電極21b, 21cの対向面積とが等しくされていることによって、これらは容量値が等しいコンデンサ素子Cx, Cyとなされている。

【0035】また、内部電極21d, 21e, 21fによるコンデンサ部では、誘電体グリーンシート18d上に内部電極21dと内部電極21eとがそれぞれ対向する平面視ト字型と平面視逆ト字型との形状で、間に平面

視エ字型の空間を隔てた状態で設けられている。内部電極21d, 21eはそれぞれ外部電極13a, 13b側の端縁と接することで外部電極13a, 13bと電気的に接続している。そして、誘電体グリーンシート18e上に内部電極21fが誘電体グリーンシート18bに対する内部電極21bと同様な形態で設けられている。このことによって内部電極21fは外部電極13c, 13dと電気的に接続している。この順で誘電体グリーンシート18d, 18eが積層されることにより、内部電極21d, 21f及び内部電極21e, 21fによってそれぞれ2つのコンデンサ素子が構成され、内部電極21d, 21fの対向面積と内部電極21e, 21fの対向面積を等しくすることで容量値が等しいコンデンサ素子Cy, Cyとなされている。

【0036】また、内部電極21g, 21h, 21iによるコンデンサ部では、誘電体グリーンシート18f上に内部電極21gと内部電極21hとがそれぞれ対向する平面視ト字型と平面視逆ト字型との形状で、間に平面視エ字型の空間を隔てて、また前記内部電極21d, 21eと同様な形態で設けられている。内部電極21g, 21hはそれぞれ外部電極13a, 13b側の端縁と接することで外部電極13a, 13bと電気的に接続している。そして、誘電体グリーンシート18g上の長手方向中央に、平面視I字型である内部電極21iが設けられている。内部電極21iは誘電体グリーンシート18gの両側縁に接しており、このことによって外部電極13c, 13dと電気的に接続している。この順で誘電体グリーンシート18f, 18gが積層されることにより、内部電極21g, 21i及び内部電極21h, 21iによってそれぞれ2つのコンデンサ素子が構成され、内部電極21g, 21iと内部電極21h, 21iの位置関係を等しくすることで容量値が等しいコンデンサ素子Cz, Czとなされている。

【0037】また、それぞれの内部電極の対向面積を調節することによって、前記コンデンサ素子Cx, Cy、及びCzは次の条件、

$$Cx > Cy > Cz \text{ 及び、}$$

$$3.0 \leq Cx/Cy \leq 3.5 \text{ 及び、}$$

$$1.1. 0 \leq Cx/Cz \leq 13.0$$

を満たすようにしてある。

【0038】外部電極13a側の3つのコンデンサ素子Cx, Cy, Czは入出力端子である外部電極13aと、グランド端子である13c, 13dとの間で並列接続されているため、1つのコンデンサ成分Cとみなすことができ、コンデンサ成分Cの容量値は次式で与えられる。

$$C = Cx + Cy + Cz$$

【0039】また、同様にして外部電極13b側の3つのコンデンサ素子Cx, Cy, Czも、1つのコンデンサ成分Cとみなすことができる。

【0040】図4はπ型の積層LC複合型ノイズフィルタの等価回路図である。この積層LC複合型ノイズフィルタでは、前記2つのコンデンサ成分C_x、C_yによってπ型の等価回路が構成されている。

【0041】図5はこの積層LC複合型ノイズフィルタの挿入損失周波数特性を示す片対数グラフである。グラフにおける縦軸は挿入損失(dB)を示し、横軸(対数軸)は周波数(MHz)を示している。図において、Aは実測曲線である。実測曲線Aによれば、この積層LC複合型ノイズフィルタでは、周波数20MHz付近まで挿入損失がなく、20MHzを越えた辺りから挿入損失が増加しはじめる。通過帯域と減衰帯域との境界であり、挿入損失が-3dBに至る周波数ポイントであるカットオフ周波数f_cは、30MHz付近である。カットオフ周波数f_cを通過後、周波数増加に伴って挿入損失は増加し続け、65MHz付近で-50dBに至る。この辺りから挿入損失にほとんど変化がなくなり、周波数1000MHz付近までほぼ一定である。周波数1000MHzを越えた辺りで挿入損失は減少に転じる。

【0042】積層コイルLとコンデンサ素子C_x、C_y、C_z及びコンデンサ成分Cそれぞれとの共振周波数f_{r x}、f_{r y}、f_{r z}及びf_rは、以下のように与えられる。

$$f_{r x} = 1/2\pi\sqrt{LC_x}$$

$$f_{r y} = 1/2\pi\sqrt{LC_y}$$

$$f_{r z} = 1/2\pi\sqrt{LC_z}$$

$$f_r = 1/2\pi\sqrt{LC}$$

これらはC>C_x>C_y>C_zであることから、f_{r z}>f_{r y}>f_{r x}>f_rとなっている。そして、この積層LC複合型ノイズフィルタのノイズ減衰曲線は、共振周波数が僅かに異なる4種のノイズ減衰曲線が合成された状態となっており、ノイズ減衰帯域幅は共振周波数f_rからf_{r z}にまで至っている。

【0043】本実施の形態における積層LC複合型ノイズフィルタは以下のようにして製造されている。磁性体はX-Fe2O4系ソフトフェライトであり、誘電体はBa-Bi-Pb-Ti-O系セラミックスである。これらは低温焼成を行なうために通常よりも多くのガラスフリットを含ませた組成としてある。とりわけ、誘電体はチタン酸バリウムを主成分としており、この焼結点を1300°Cから900°C近傍にまで引き下げるため、磁性体組成以上の多量のガラスフリットを含ませている。

【0044】それぞれの原料を配合後、大気中にて800°Cで仮焼成する。後のシート成形が行ない易いように仮焼粉の平均粒径はφ1.0μm以下に整粒する。そして、仮焼粉と有機溶剤とバインダとを混合させることによってスラリーが作製され、粘性等を調整後、ドクターブレード法により100μmの厚みのシート化が行なわれる。磁性体グリーンシートと誘電体グリーンシートを作製後、導体パターンが印刷しやすいうように所定のシ

ートサイズに裁断される。導体は全てAg、またはAg/Pd系金属を主成分とする電極用ペーストの印刷により形成される。印刷はスクリーン印刷法による。

【0045】以上のようにして得られた誘電体グリーンシート及び磁性体グリーンシートが積層され、インダクタ層14、コンデンサ層15、及びダミー層14aの3層構造であり、前記インダクタ層14を構成する磁性体グリーンシート、及び前記ダミー層14aを構成する磁性体グリーンシートそれぞれが、シート化が行なわれた際にキャリアテープに接触していた面をコンデンサ層側へ向けた状態の積層体にされる。この積層体が大気中で850°C~920°Cで焼成され、脱バインダ処理と、磁性体、誘電体材料焼結と、導体形成とが一括して行なわれる。

【0046】焼成後の積層体に反り、クラック、または導体拡散等がないことを確認した後、Agを主成分とする外部電極を設けて完成素子とする。外部電極の形成方法は外部電極用ペーストの印刷と焼き付け、または電極材のスパッタリングのいずれによる方法でもよい。

【0047】

【発明の効果】以上詳述した如く第1発明に係る積層LC複合型ノイズフィルタによれば、π型ノイズフィルタの2つのコンデンサ成分をそれぞれ容量の異なる複数のコンデンサ素子の並列接続によって構成しているため、共振周波数が異なる複数のノイズ減衰曲線によって挿入損失の周波数特性が表され、従来のπ型ノイズフィルタに比べノイズ減衰帯域幅を広くすることが可能となる。

【0048】また、第2発明に係る積層LC複合型ノイズフィルタによれば、コンデンサ成分Cを次の条件、

3. 0≤C_x/C_y≤3.5及び、11.0≤C_x/C_z≤13.0を満たすような3つのコンデンサ素子C_x、C_y、C_zの並列接続によって構成するため、それぞれの共振周波数が適度に近接し、常に比較的大きな挿入損失を得ることが可能となる。

【0049】また、第3発明に係る積層LC複合型ノイズフィルタによれば、ガラスフリットを多く含んでいる誘電体層を、比較的ガラスフリットを多く含んでいない2つの磁性体層によって上下から挟まれた状態で積層されるため、誘電体層と大気との接触面積を少なくし、異種材間の成分相互拡散、クラック発生を抑制することが可能となる。

【0050】また、第4発明に係る積層LC複合型ノイズフィルタによれば、2つの磁性体層の層数を等しくすることによって、熱収縮率を等しくし、また互いに反りを相殺する方位で積層することによって、シート剥離を抑制することが可能となる。

【0051】また、第5発明に係る積層LC複合型ノイズフィルタの製造方法によれば、通常、ガラスフリットを多く含んでいる誘電体グリーンシートによる誘電体層を、ガラスフリットを多く含んでいない磁性体グリーン

シートによる磁性体層によって上下から挟む形態で圧着積層するため、積層界面におけるシート剥離、クラック、成分相互拡散が発生しにくい積層LC複合型ノイズフィルタを製造できる等本発明は優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る積層LC複合型ノイズフィルタの実施の形態の要部の構成を示す、厚み方向の寸法比率を拡大した斜視図である。

【図2】本実施の形態における積層LC複合型ノイズフィルタの縦断面図である。

【図3】本実施の形態における積層LC複合型ノイズフィルタに用いられるグリーンシート及びその上に形成される電極形状を説明するための分解斜視図である。

【図4】本実施の形態における積層LC複合型ノイズフィルタの等価回路を示す回路図である。

【図5】本実施の形態における積層LC複合型ノイズフィルタの挿入損失周波数特性を示す片対数グラフである。

【図6】特開平5-335148号公報開示の積層LC複合型ノイズフィルタの厚み方向の寸法比率を拡大した*20

*斜視図である。

【図7】従来の積層LC複合型ノイズフィルタの縦断面図である。

【図8】従来の積層LC複合型ノイズフィルタに用いられるグリーンシート及びその上に形成される電極形状を説明するための分解斜視図である。

【図9】従来の積層LC複合型ノイズフィルタの等価回路を示す回路図である。

【図10】従来のノイズフィルタの挿入損失周波数特性を示す片対数グラフである。

【符号の説明】

11 積層LC複合型ノイズフィルタ

12 積層体

13a, 13b 外部電極（入出力端子）

13c, 13d 外部電極（グランド端子）

14 インダクタ層

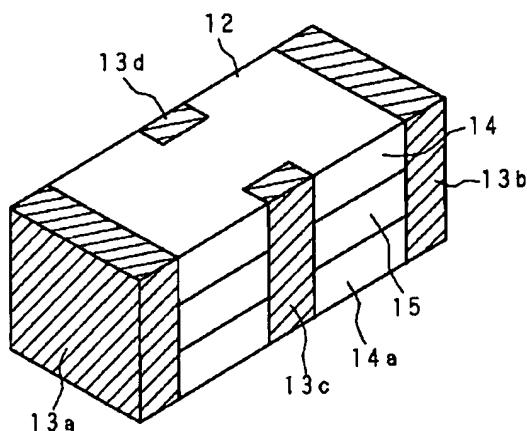
14a ダミー層

15 コンデンサ層

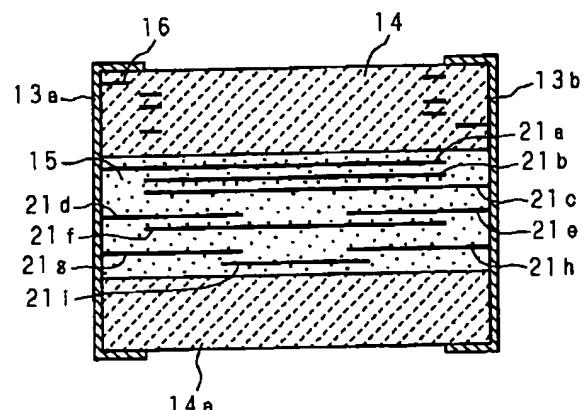
16 導体

21a～21i 内部電極

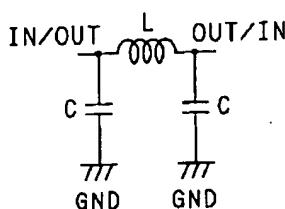
【図1】



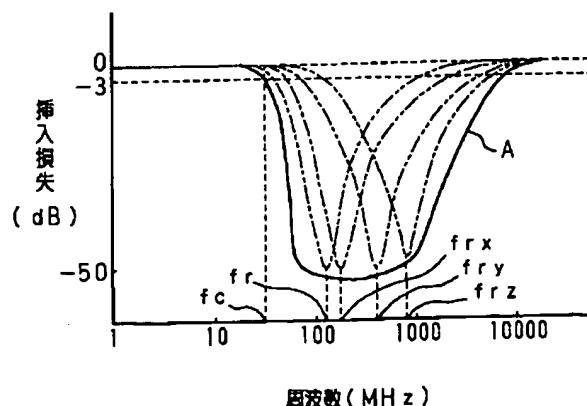
【図2】



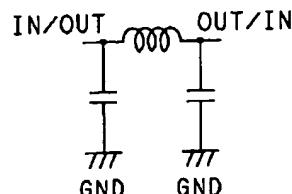
【図4】



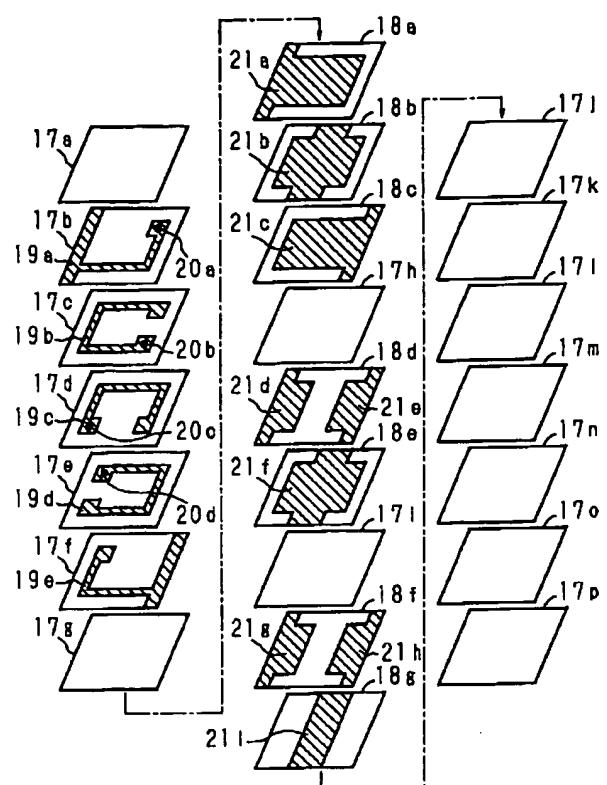
【図5】



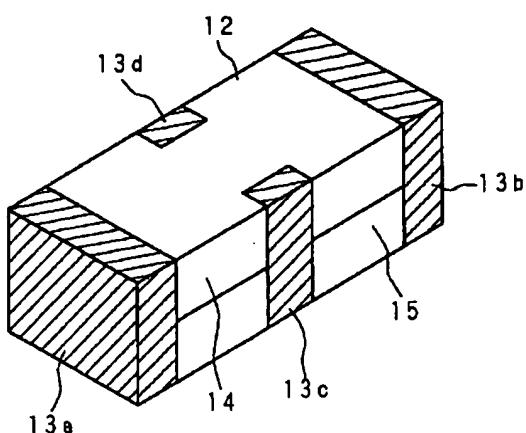
【図9】



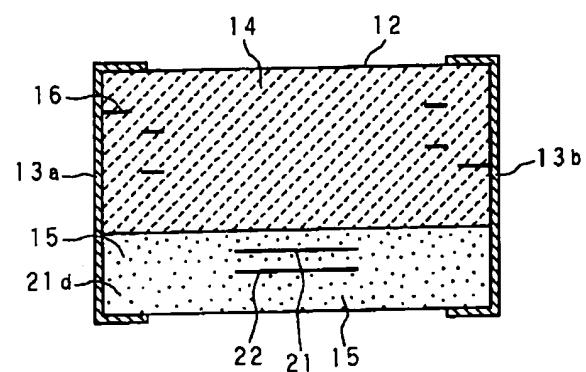
【図3】



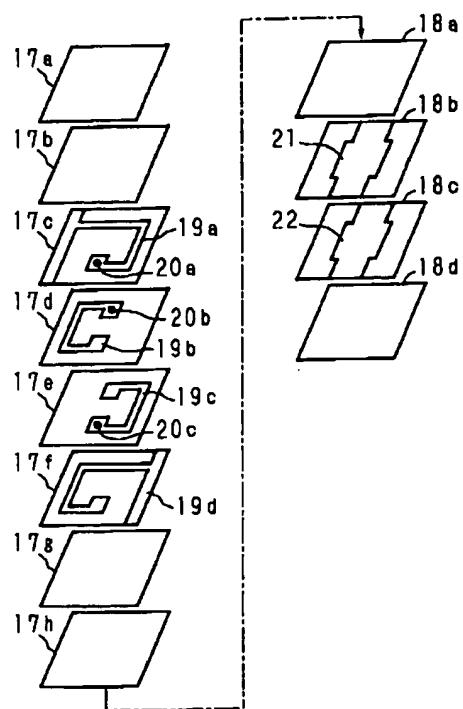
【図6】



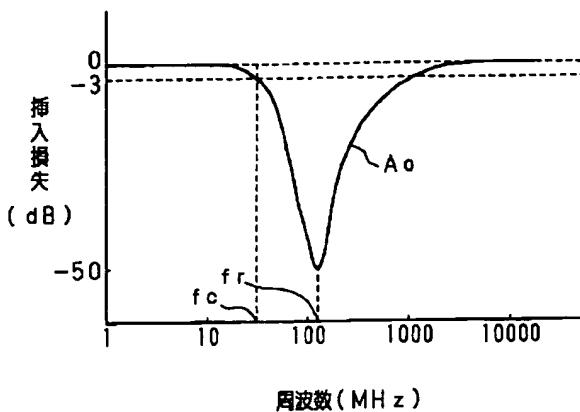
【図7】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5E070 AA05 AB02 BA12 CB03 CB08
CB13 CB17 CC01 DA17 EA01
5E082 AA01 AB03 BB02 BC31 DD08
DD09 EE04 EE23 EE35 FG06
FG26 FG27 FG54 GG10 GG11
GG25 GG28 HH43 JJ03 JJ12
JJ21 JJ23 KK01 LL02 MM22
MM24 PP01
5J024 AA01 BA02 DA05 DA29 DA35
EA08 KA02